

PARTICLE – Lichtsimulation im Partizipationsprozess: Ein innovativer Ansatz zur Reduktion von Lichtverschmutzung

Roland Greule, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, HAW Hamburg

Carolin Liedtke, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, HAW Hamburg

Matthias Kuhr, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, HAW Hamburg

Anna Carena Mosler, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, HAW Hamburg

Heike Bunte, Bezirksamt Altona, Freie und Hansestadt Hamburg

Kurzfassung

Im Rahmen des EU Interreg Projektes DARKER SKY wird eine interaktive und immersive Form der Zusammenarbeit PARTICLE (**P**artizipation, **A**R, **R**ealität (für VR und AR), **T**ransparenz, **I**nteraktion (für Stakeholder- und Behördenkommunikation), **C**o-Design, **L**ichtplanung, **E**rleuchtung (für Straßenbeleuchtung und Lichtverschmutzung)) durch den Einsatz von einem interaktiven Touchtisch, VR-Brillen und Tablets/iPads für die Beteiligung von Bürger*-/Licht-Planer*-/ und Behördenmitarbeiter*innen entwickelt, um die Auswirkung von Außenbeleuchtung auf die Lichtverschmutzung in Echtzeit zu veranschaulichen. Ziel dieser neuen interaktiven Kollaborationsmethode ist es um z.B. Veränderungen der Lichtrichtung, der Lichtpunktthöhe, des Mastabstandes u.a. visuell in Echtzeit zu erleben.

Abstract

PARTICLE is a hardware and software tool that enables collaborative and immersive coordination processes for environmentally friendly lighting planning. Using an interactive touch table, VR glasses (Quest3) and AR tablets (iPads), changes in outdoor lighting can be simulated in real time and their effects on light pollution experienced. The game engine Unity forms the basis. The technologies are connected via a shared database and WLAN. Several people can simultaneously change the light on the touch table, in the VR glasses (location-independent) or on site with iPads and see the effects in real time. The PARTICLE tool facilitates the coordination processes for lighting planning and playfully demonstrates the effects of different outdoor lighting configurations.

1 Einführung Partizipationsprozesse und Lichtsimulation

Die Auswirkung von Außenbeleuchtung auf die Lichtverschmutzung ist in den letzten Jahren im Bewusstsein der Bevölkerung angekommen. Da die Auswirkungen einzelner Prozesse, insbesondere die Änderung von lichttechnischen Parametern für den Laien in Bezug auf die Lichtverschmutzung nicht immer direkt erkennbar sind und auch natürlich voneinander abhängen, wie z. B. die Auswirkung der Änderung der Leuchtenhöhe oder des Mastabstand soll dies in dem Tool PARTICLE immersiv in Echtzeit erlebbar sein. Mit Hilfe einer realistischen Echtzeitlichtsimulation mit interaktiven Touchtisch, Virtual Reality-Brillen und iPads soll eine neue und innovative Form der Zusammenarbeit von Licht-Planer*innen sowie Bürger*innen und Behördenmitarbeiter*innen erprobt werden. Damit können alle

Beteiligten direkt die Auswirkungen bei der Änderung des Leuchtentyps, der Lichtrichtungen, der Lichtpunktthöhe immersiv erleben ohne dass lichttechnische Begriffe verwendet werden müssen. Die Basis dieser Simulation bildet die Game-Engine Unity. Dieses Tool (PARTICLE) erleichtert so die Abstimmungsprozesse für die Lichtplanung und zeigt spielerisch die Auswirkungen von verschiedenen Konfigurationen der Beleuchtung im Außenbereich. In einem ersten Pilotprojekt (Strandweg/Elbewanderweg in Hamburg Altona), wurde in Zusammenarbeit mit dem Bezirksamt Altona, dem Lichttechnischen Labor der HAW Hamburg und dem Forschungszentrum Digital Reality der Fakultät DMI diese Simulation eingesetzt und erprobt und demonstriert.

1.1 Partizipation

In den vergangenen 15 Jahren wurden digitale Technologien und neue Methoden zunehmend in Beteiligungsprozesse aufgenommen. So können durch die frühe, umfassende und transparente Einbindung von Stadtbewohner*innen höhere Akzeptanz geschaffen und effizientere Prozesse ermöglicht werden. Jedoch ist die bisherige Beteiligung bei Bürgerentscheidungen nicht repräsentativ, da sich vor allem Jugendliche nicht engagieren. Ferner werden die Prozesse durch eine eher akademische Bevölkerung geprägt. Durch einen Fokus auf Design und Usability sowie mobile Endgeräten (AR=Augmented Reality) und dem Einsatz von VR-Brillen (VR=Virtual Reality) sollen junge, technologieaffine Personengruppen ebenso angesprochen werden wie die ältere Generation, die zunehmend Smartphones verwendet. Als dritte Option gibt es Mixed Reality-Brillen (MR) wenn durch eine VR-Brille auch die reale Umgebung gesehen werden kann. Insbesondere das Thema Biodiversitätsrückgang und der Teilbereich Lichtverschmutzung ist bei der jungen Generation ein wichtiges Thema. Jedoch sind nur wenige mit den lichttechnischen Begriffen vertraut, die notwendig sind um das Thema Lichtverschmutzung auch fundiert zu diskutieren.

Digitale Bürgerbeteiligung ist zu einem festen Format in demokratischen Gesellschaften geworden. Obwohl frühzeitige, umfassende und transparente Beteiligung der Schlüssel für erfolgreiche Planungsprozesse ist, gibt es nur wenige ermutigende Experimente mit multimedialen Beteiligungsansätzen. Bestehende sind oft nicht auf die Bedürfnisse der Bürger*innen zugeschnitten. Der Einsatz verschiedener Darstellungsformen, wie thematische Karten, Diagramme, Luftbilder, Videos und Animationen, aber auch Virtual und Augmented Reality wird bisher nur vereinzelt genutzt.

1.2 Kollaboration

Aktuelle Methoden der Partizipation setzen häufig entweder auf Onsite-Verfahren, die vor Ort zur Beteiligung einladen, oder auf Online-Verfahren, die orts- und zeitunabhängiges Engagement ermöglichen. Durch integrierte Ansätze können Medienbrüche verhindert werden. Durch den Einsatz bzw. durch Multi-User-MixedReality Entwicklungen wie Collaborative Virtual Environments können Nutzer*innen nur die Informationen erhalten, die für die Lösung einer konkreten Aufgabe relevant sind. In der Regel werden verschiedene Visualisierungsformen (z.B. Diagramme, Luft- und Satellitenbilder, Videos oder Animationen) auf Monitoren, City Scopes (interaktive „Datentische“) oder seit kurzem auch durch Mixed Reality ausgegeben. Bisher erfolgt der Einsatz dieser Darstellungsformen nur isoliert. Im Rahmen des Vorgänger-Forschungsprojektes PaKOMM, (Partizipation, Kollaborativ, Multimedial, Details siehe Kapitel 3) sollte eine kombinierte Verwendung in Form einer parallelen

oder sequenziellen Anordnung untersucht werden. Ziel war es, die Menschen in die Lage zu versetzen, ihre eigenen Ko-Kreations-Ergebnisse zu erleben, zu diskutieren und zu verändern - sowohl am Ort der Planung als auch von überall sonst.

1.3 Interaktion bzw. interaktiver Touchtisch

Mit Hilfe von z.B. interaktiven Touchtischen, in der Stadtplanung "CityScopes" genannt, ist die Möglichkeit gegeben, dass zwischen den Teilnehmer*innen rund um den Tisch eine interaktive und kollaborative Art des Wissensaustausches möglich ist und in Echtzeit Änderungen auf dem 2D-Plan, der sich auf dem Touchtisch befindet, durchzuführen, Sei es Verschieben der Perspektiven durch Pucks (siehe Bild1) oder durch Fingerbewegungen, Planzen von Bäumen oder Büschen, oder Planung von Stadtmöbeln.

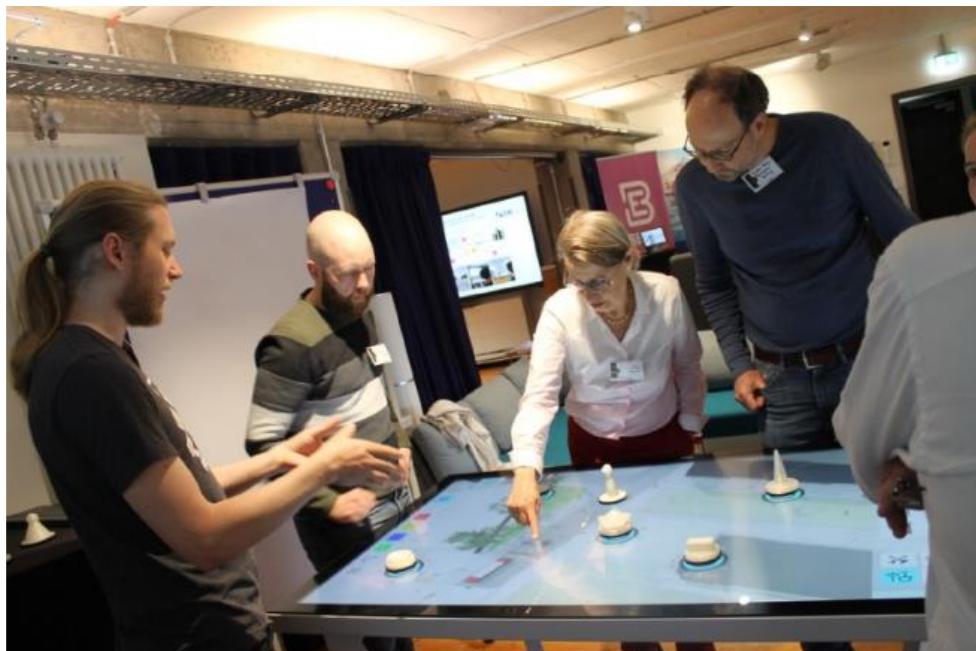


Abb. 1: Kollaboratives Arbeiten an dem interaktiven Touchtisch der Firma eyeactive im FTZ Digital Reality Hamburg. (Quelle: Mosler).

2. Virtual Reality und Augmented Reality und Lichtsimulation

Als virtuelle Realität oder Virtual Reality (VR), wird die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven virtuellen Umgebung bezeichnet. Dazu dienen Head-Mounted Displays (HMD) die seit ca. 10 Jahren, beginnend mit der Entwicklung der Oculus Rift, auch kostengünstig sind. Mit den HMDs konnten virtuelle, aber auch reale Bilder, Videos und Filme direkt im Blickbereich entwickelt und präsentiert werden. Nachfolger sind z.B. HTC Vive, Quest 3, PICO 4 u. a. Parallel dazu gibt es Mixed Reality-(MR) Brillen, wie die Hololens 2 oder wie bei der Quest 3 die Möglichkeit durch halbtransparente Prismen oder Kameras die reale Umgebung einblenden zu lassen, und dadurch auch andere TeilnehmerInnen und den realen Raum wahrnehmen kann. Neueste Entwicklung ist die Apple Vision Pro mit der die bisherige Trennung von VR und AR verschwimmt. Man versteht unter Augmented Reality oder auch erweiterter Realität die computerunterstützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung d.h. die Ergänzung von Bildern oder Videos mit computergenerierten Zusatzinformationen oder virtuellen Objekten mittels Einblendung oder Überlagerung.



Abb. 2: Simulation von Stadträumen mit VR-Brillen. Links: Mehrere Akteure betrachten und arbeiten zeitgleich in der virtuellen Umgebung, hier an dem Testprojekt Strandweg/Elbewanderweg in Hamburg Altona. Rechts: Arbeiten mit der Apple Vision Pro. (Quelle: Mosler, Graff).

2.1 Lichtsimulation

Um Stakeholdern die Auswirkung von Licht zu präsentieren oder auch nur zu visualisieren gibt es verschiedene Möglichkeiten wie z.B. das Erleben von Licht in einem Mock-UP Raum im Maßstab 1:1, in Modellen im verkleinertem Maßstab, oder mit Hilfe von Simulationsprogrammen. Weitere Möglichkeiten der Simulation bieten CAVEs (CAVE= **C**ave **A**utomatic **V**irtual **E**nvironment = „Höhle“ mit automatisierter virtueller Umgebung) und VR/AR-Brillen. Mit Hilfe von Lichtberechnungsprogrammen wie Relux Desktop oder DIALuxEvo, die in dem Bereich der Lichtarchitektur eingesetzt werden und umfangreiche Datenbanken von über 100 Leuchtenfirmen mit sehr vielen unterschiedlichen Leuchten und entsprechenden LVKs können komplett Räume, Gebäude aber auch Außenanlagen geplant und berechnet und auch simuliert werden. Da diese Programme den Schwerpunkt auf eine korrekte Lichtberechnung setzen (Radiosity-, Raytracing-Verfahren) kann es sein, dass die Berechnung grösserer und komplexer Projekte relative lange dauert. Schritte in Richtung Echtzeitrendering sind vorhanden, jedoch immer noch im mittleren Sekundenbereich. Um Licht in Echtzeit zu simulieren, werden seit einigen Jahren auch Game-Engines wie Unity oder Unreal verwendet, die in der Zwischenzeit auch IES-Dateien einlesen und verarbeiten können. Durch die Echtzeitberechnung (wenn auch nicht immer lichttechnisch korrekt) können die Anwender*innen sich in Innen – bzw. Außenräumen „bewegen“, Änderungen durchführen und betrachten. Mit einer Game-Engine ist dies sowohl für den Bildschirm als auch mit der VR-Brille möglich.

3. Forschungsprojekt PaKOMM (Partizipation, kommunikativ und multimedial)

Das Hard- und Softwaretool PARTICLE basiert auf dem Forschungsprojekt PaKOMM (Partizipation, kommunikativ und multimedial), einer Kooperation von der HafenCity Universität (HCU) bestehend aus dem CityScienceLab und g2lab mit dem Forschungs- und

Transferzentrum Digital Reality der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg in den Jahren 2020-2023. Dieses interdisziplinäre Projekt bündelte die Expertise aus den Bereichen Kartographie/Visualisierung, Stadtforschung (beide HCU) und Digital Reality (HAW Hamburg). Das Ziel war Visualisierung-Tools und Workflows zu entwickeln, die für diverse Agierende der Stadtforschung nutzbar sind. Durch einen kollaborativen und multi-medialen Ansatz soll ein wesentlicher Beitrag für effektivere und effizientere Entscheidungen in Partizipationsprozessen geleistet werden. Das Vorhaben entwarf und testete anwendungsspezifische, integrative Lösungen, die – zusammen mit der Nutzung von Mixed-Reality-Techniken und Elementen der Gamification – einen Mehrwert im Partizipationsprozess ermöglichen. Basis war die Integration eines interaktiven Touchtisches, mehrerer VR-Brillen und iPads mit einer gemeinsamen Datenbank so dass alle Teilnehmer*innen gleichzeitig darauf zugreifen konnten und auch Änderungen in allen drei Tools gleichzeitig möglich und auch sichtbar waren.

Als interaktiver Touchtisch wurde das System „Nexus“ der Firma eyefactive mit einem 65“ UHD Bildschirm von NEC und die PCAP-Technologie (Projective Capacitive Touch) von 3M verwendet, siehe auch Bild 3. Die Toucherkennung wurde durch das TUIO Protokoll (Standardprotokoll für die Objekterkennung bei Multiuseranwendungen) verwirklicht, die sowohl codierte Pucks, siehe Bild 5, als auch einzelne Fingerbewegungen erkennen können und somit eine Multitouchanwendung ermöglichte. Zusätzlich wurde für die Zusammenarbeit mit Standalone Virtual-Reality-Brillen (damals Quest 1 und 2) und Augmented-Reality-Settings (ipads) eine Echtzeitsynchronisation entwickelt. Damit die Settingdaten ohne grosse Zeitverzögerung auf allen Devices funktionierte und auch die Settings automatisch gespeichert werden sollten, um später Zwischenstände zu betrachten, wurde ein Databasemanagement System (DBMS) sowie ein Multiuser Backend Component (MBC) eingesetzt. Als MBC wurde zu Beginn des Forschungsprojektes das System Photon PUN2 verwendet, später wurde auf Normcore gewechselt, da unter anderem mit Normcore eine Latenzärmere Sprachverständigung untereinander mit den VR-Brillen möglich war. Damit war es möglich Planungsvorhaben für die Stadtplanung - wie z.B. die Gestaltung eines Parks gemeinsam zu entwickeln, zu diskutieren, zu verändern und zu erleben. Dem Ziel folgend, eine intuitive und zugängliche Anwendung zu schaffen, die sowohl junge technikbegeisterte Nutzer als auch ältere Generationen gleichermaßen anspricht.



Abb. 3: Einsatz eines interaktiven Touchtisches und paralleler Einsatz von VR-Brillen bei der Stadtplanung im Forschungsprojekt PaKOMM. (Quelle: Wolf)

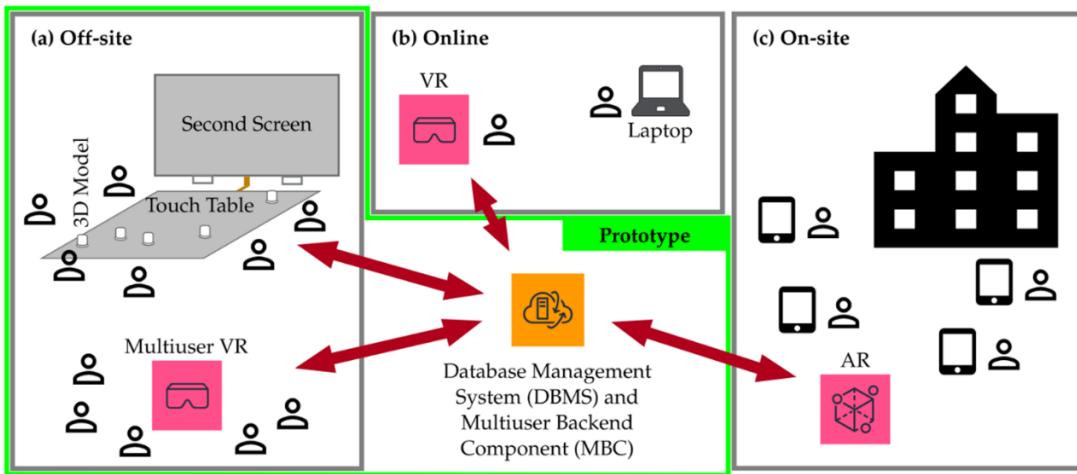


Abb. 4: PaKOMM kombiniert drei Partizipationsansätze: Off-Site (a), Online (b) und On-Site (c). Bei der Off-Site-Variante können mehrere Personen gleichzeitig am Touchtisch und in den VR-Brillen (ortsunabhängig) arbeiten. Die Technologien sind dabei über eine gemeinsame Datenbank und WLAN verbunden. Bei der On-Site-Variante können Personen zusätzlich auch noch vor Ort mit iPads mitarbeiten. (Quelle: Wolf)

4. EU Interreg Projektes DARKER SKY Sky

DARKER SKY ist ein EU Förderprojekt im Rahmen des Interreg Nordsee-Programms, das insgesamt darauf abzielt, die zunehmende Lichtverschmutzung zu verringern. Europa leidet nicht nur in den (Groß-)Stadträumen unter der Zunahme von Lichtverschmutzung, sondern zunehmend auch in den ländlichen Räumen und angrenzenden (Nordsee-)Meeresräumen. An insgesamt sieben Standorten in Frankreich, Deutschland, Niederlande und Dänemark werden neuartige und innovative Beleuchtungssysteme umgesetzt sowie umfassende Erhebungen gemacht. Im Abschluss leiten sich daraus Empfehlungen für die kommunale Praxis. Mit dem Projekt DARKER SKY werden somit insgesamt innovative Beleuchtungskonzepte und -lösungen entwickelt, um die Lichtverschmutzung wirksam zu reduzieren. In Hamburg arbeitet das Bezirksamt Altona mit der HAW Hamburg (Hochschule für angewandte Wissenschaft) an entsprechenden Konzepten. Dazu werden in Hamburg zwei Pilotprojekten (Strandweg/Elbewanderweg und Bullnwisch) genauer untersucht.

5. PARTICLE (Hard- und Software-Tool)

Ein Teilbereich in diesem EU Interreg Projektes DARKER SKY soll eine interaktive und immersive Form der Zusammenarbeit (PARTICLE - Partizipation, AR, Realität (für VR und AR), Transparenz, Interaktion (für Stakeholder- und Behördenkommunikation), Co-Design, Lichtplanung, Erleuchtung (für Straßenbeleuchtung und Lichtverschmutzung) untersucht werden. PARTICLE ist ein Hardware- und Software-Tool, das kollaborative und immersive Abstimmungsprozesse für eine umweltgerechte Lichtplanung ermöglicht. Mit einem interaktiven Touchtable, VR-Brillen (Quest 3) und AR-Tablets (iPads) können in Echtzeit Änderungen in der Außenbeleuchtung simuliert und ihre Auswirkungen auf die Lichtverschmutzung erlebt und dargestellt werden. Die Basis bildet die Game-Engine Unity. Die Technologien sind dabei über eine gemeinsame Datenbank und WLAN verbunden. Mehrere Personen können gleichzeitig am Touchtisch, in den VR-Brillen (ortsunabhängig) oder vor Ort mit iPads das Licht verändern und die Auswirkungen in Echtzeit sehen und auch erleben. Das Tool PARTICLE erleichtert so Abstimmungsprozesse für die Lichtplanung und zeigt spielerisch die Auswirkungen von verschiedenen Konfigurationen der Beleuchtung im Außenbereich.

5.1 Stadtmodelle - Import von Geodaten in die Spiel-Engine

Eine der Forschungsfragen sowohl des abgelaufenen PaKOMM- als auch des gegenwärtigen DarkerSky/PARTICLE-Forschungsprojektes ist es: Wie können Geodaten von Stadtmodellen in eine Spiel-Engine integriert werden um sie für den Co-Design-Prozess zu verwenden? In einem ersten Schritt stellen die Projektpartner/Kommunen verwertbare Geodaten/3D-Daten zur Verfügung, wie z.B. Daten von Google Street Maps, OpenStreemaps oder selbst erhobene Daten - ggf. optimiert für mobile Geräte. In einem zweiten Schritt werden diese Daten importiert und für das Game-Engine-Tool - die HAW verwendet Unity - aufbereitet, um eine 3D-Visualisierung/Umgebung zu erstellen. Weitere Anpassungen der Datensätze sind notwendig, um die Daten für die Interaktion innerhalb der verschiedenen Anwendungen - VR / AR / Touch und IOs - nutzbar zu machen, die von den Endnutzern während der Co-Design-Workshops verwendet werden. Dieser zweite Schritt erfordert umfangreiches Expertenwissen über Programmierung und Software wie GIS (geographisches Informationssystem) und die Game Engine Unity. Dieser Schritt ist nicht automatisiert, da jede Ortschaft andere räumliche Datenquellen bereitstellt und auch verschiedene Beleuchtungskontexte und Leuchten in die Spiel-Engine integriert werden müssen. Dementsprechend wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt dieser zweite Schritt in Darker Sky nur von der HAW und ihrem Forschungs- und Transferzentrum Digitale Realität (FTZ DR) bearbeitet. In einem dritten Schritt werden dann den Endnutzern die vorbereiteten Anwendungen/Technologien (VR/AR/Touch und IOs) für die verschiedenen Demonstratorstandorte und den Co-Design-Prozess zur Verfügung gestellt. Dazu erhalten sie über die App-Plattformen einen Testzugang, um die Anwendungen z.B. mit einem iPad und einem Standalone-VR-Headset auf ihre Leistungsfähigkeit hin zu testen, bzw. bei der Verwendung eines Touchtables die entsprechende Technologie vor Ort zu nutzen, sofern dies möglich ist. Diese verschiedenen Schritte der 3D-Modellierung wurden in Hamburg für den ersten Demonstrationsstandort DARKER SKY Projekts Strandweg/Elbewanderweg angewandt und in zwei Workshops im Mai 2024 und im September 2024 vorgestellt und beispielhaft verwendet. Eine weitere Anwendung (Holwerd/Niederlande) wurde im Herbst 2024 durchgeführt, siehe Kapitel 5.4. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird in allen Projekten mit LOD200-Modellen (Level of Detail) gearbeitet.

5.2 Integration von Leuchten

Neben der Integration der Stadtmodelle war für das Forschungsprojekt DARKER SKY die Integration von mehreren Leuchtentypen notwendig. Dazu wurden die Leuchten entweder direkt in Unity importiert oder in der Grafiksoftware Blender nachmodelliert. Für die Lichtsimulation wurden die dazu notwendigen IES-Daten mit implementiert. Da die Leuchten bzw. die Leuchtenmasten gegenüber ihrem Ursprungsaussehen auch verkürzt oder verlängert werden sollten, wurden zusätzliche Modellierungen durchgeführt. Des Weiteren wurde ein Slider für die Änderung der Farbtemperatur eingefügt (2200K - 4000 K). Um schneller auf dem Touchtisch aber auch in der VR-Brille und dem iPad zu arbeiten, wurde ein Tag- und Nachtmodus eingeführt um so die Auswirkungen der Änderungen z.B. Masthöhe oder Rotation der Leuchte zuerst bei Tage zu betrachten und dann die Nachtsituation zu erleben. Wie schon an anderer Stelle erwähnt, konnten diese Änderungen sowohl am Touchtisch als auch auf dem iPad durch Fingerbewegungen ermöglicht werden. In der VR-Brille wurde dazu die Controller benutzt. Beim Touchtisch war die Auswahl einzelner Objekte wie z.B.

Stadtmöbel, Pflanzen, Leuchten zum einen mit einem Puck möglich, auf dem 3D-gedruckte Figuren/Symbolen aufgeklebt waren. Beim Aufsetzen des Pucks auf den Touchtisch wurde die spezielle ID-Kennung des Pucks von der Touchtischsoftware erkannt damit um den Puck mehrere Unterobjekte „sichtbar“, die dann durch „Drag and Drop“ per Fingerbewegung an die jeweilige gewünschte Stelle auf dem 2D-Plan verschoben werden konnte. Gleichzeitig wurde auf dem zweiten vertikalen Bildschirm (Second screen) in einer 3D-Ansicht die Objekte und die Verschiebung sichtbar und diente zur Orientierung beim Platzieren. Da bei der Nutzung der iPads die Vorgehensweise mit den Pucks nicht möglich war, wurde dort auf der linken Seite ein aufklappbares Menü erstellt mit Ober- und Untergruppen, siehe Bild 6 und entsprechenden 2D-Bildern. Um die Menüführung bei dem iPad und dem Touchtisch gleich zu halten, wurde diese Menüauswahl auch zusätzlich auf dem Touchtisch implementiert. Ein ähnliches Prinzip wurde bei der Nutzung der VR-Brillen verwendet. Hier befindet sich vor einem bzw. dem Avatar eine Art „Bauchladen“ bei es ebenfalls eine gewisse Auswahl an Obergruppen gibt, z.B. Stadtmöbel, Pflanzen, Leuchten die dann noch einmal feiner unterteilt sind und z.B. die Leuchten bereits als realistische 3D-Modelle sichtbar sind und man diese mit Hilfe der Controller verschieben und platzieren konnte. Bei allen drei Systemen gab es neben der Möglichkeit die Objekte entweder per Finger (Touchtisch, ipad) oder per Controller (VR) zu platzieren, diese auch zu drehen und auch diese in der Höhe zu verändern. Als weitere Option gab es die Möglichkeit Annotationen per Finger bzw. dann in ein anderes Menü zu wechseln und statt Objekte zu platzieren mit „virtuellen“ Stiften bzw. Pinsel in der 2D- oder 3D-Welt zu schreiben oder Flächen farblich zu kennzeichnen.



Abb. 5: Blick auf die Pucks bei dem interaktiven Touchtisch (links). Rechts mit den gedruckten und aufgeklebten 3D-Figuren/Symbole. (Quelle: eyefactive, Greule)



Abb. 6: Links: Hauptauswahlmenü beim Touchtisch und iPad für Stadtmöbel, Pflanzen, Leuchten u.a. Mitte: Auswahl verschiedener Pflanzen. Links: Auswahl verschiedener Leuchtentypen. (Quelle: Greule)

5.3 Workshop Testpilot Strandweg/Elbewanderweg Hamburg Altona

Im Frühjahr und im Herbst 2024 wurden zwei Workshops, speziell für das Tolol PARTICLE im FTZ Digital Reality mit verschiedenen Stakeholdern durchgeführt. Dazu wurde die 3D-Modellierung sowohl für den ersten Pilotstandort in Hamburg fertiggestellt (Strandweg/Elbewanderweg) als auch die schon im Forschungsprojekt PaKOMM verwendete Harkortstrasse in Hamburg um Leuchten erweitert, vorgestellt und getestet, um die Mitgestaltung und den Austausch mit lokalen Akteuren zu ermöglichen. Der erste Workshop stand unter dem Motto „Nachhaltige Beleuchtungsstrategien für Altona“, der zweite Workshop unter dem Motto „Radfahrer*innen und Fussgänger*innen Perspektive umweltgerechter Beleuchtungsplanung“.



Abb. 7: Ausschnitte aus dem Workshop im Mai und September 2024 mit verschiedenen Stakeholder*innen am Touchtisch im FTZ Digital Reality (Quelle: Mosler, Workshopdokumentation)



Abb. 8: Ausschnitte aus dem Workshop im Mai und September 2024 mit verschiedenen Stakeholder*innen im VR-Setting im FTZ Digital Reality (Quelle: Mosler, Workshopdokumentation)

5.3.1 Ergebnisse der Workshops in Hamburg

In den zwei Workshops mit verschiedenen Stakeholdern ergaben sich vielfältige Ergebnisse und neue Vorschläge zum Einsatz der Technik aber auch zur Weiterentwicklung der Tools.

Tabelle 1: Auszug aus den Diskussionsrunden und Vorschlägen zur Erweiterung des Tools PARTICLE aus den Workshops. (Quelle: Mosler, Workshopdokumentation)

Virtual Reality	Netz- oder maschenartige Darstellung von LVKs
	Simulation von Blendung und Blendungsintensität
	Personen oder Fahrzeuge in Bewegung um die Lichtwirkung besser einzuschätzen
	Beurteilung von Gefahrensituationen: Versteckte Objekte oder Menschen, um deren Sichtbarkeit unter verschiedenen Lichtverhältnissen zu testen
	Eine Anzeige oder Abrufbarkeit von LUX-Werten
	Leuchten detaillierter darstellen (Lichtaustrittsflächen)
	Perspektive Radfahrer
Touchtisch	Betrachtung aus verschiedenen Höhen (z.B. 6m Flughöhe bei Fledermäusen)
	Witterungsbedingungen wie Regen und Nässe.
	Licht einzeln steuern

5.4 Workshop in Holwerd (Niederlande)

Ende Oktober 2024 wurde in dem DARKER SKY Partnerprojekt in Holwerd in den Niederlanden in der Provinz Friesland im Rahmen eines öffentlichen Workshops mit Anwohner*innen von Holwerd und Umgebung ebenfalls das Tool PARTICLE, jedoch ohne den interaktiven Touchtisch jedoch mit mehreren VR-Brillen und mehreren iPads durchgeführt. In Holwerd wurde die 3D-Modellierung unter Verwendung kostenloser Geodaten von Google Street Map für den Demonstrationsstandort im Dorf erstellt und während des Workshops präsentiert (integriert in die regionale Kommunikationsveranstaltung Nacht van de Nacht). Dabei wurden die „alten“ und „neuen“ Leuchten ebenfalls modelliert und implementiert.



Abb. 9: Workshop in Holwerd mit Blick auf die Stadtmodellierung mit VR und auf dem iPad (Quelle: Greule)



Abb. 10: Workshop in Holwerd mit verschiedenen Stakeholdern und den Anwohner*innen von Holwerd (Quelle: Greule)

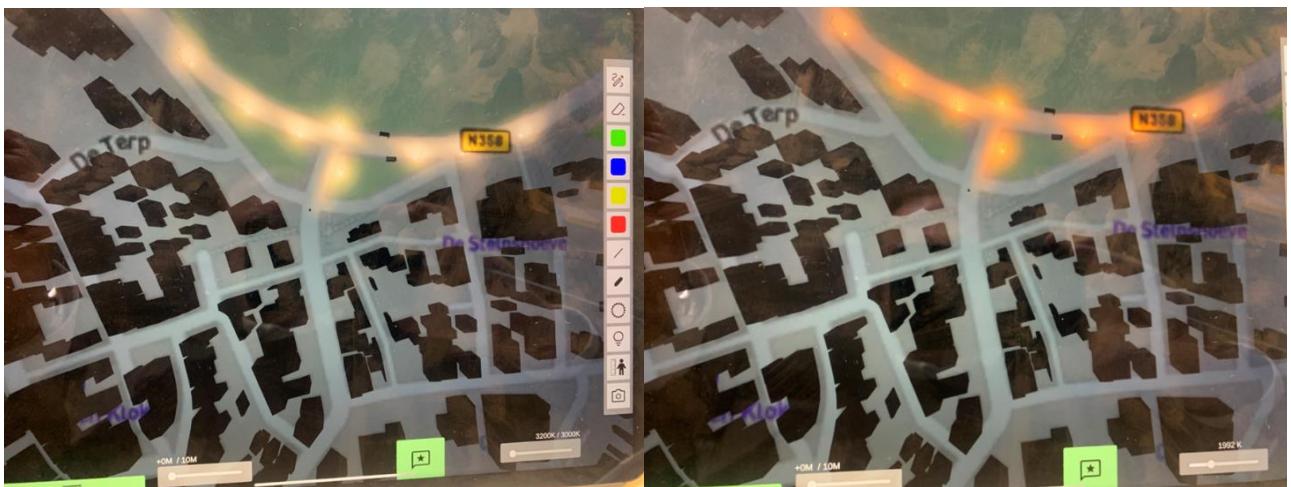


Abb. 11: Blick auf einen Ausschnitt auf einem iPad mit unterschiedlichen Farbtemperaturänderungen bei der Beleuchtung in Holwerd.

6. Fazit und Ausblick

Die bisherige Entwicklung des Tools PARTICLE zeigt eine enorme Bandbreite von innovativen Partizipations- und Kollaborationsmöglichkeiten auf, bei dem Stakeholder „spielerisch“ sich mit den Auswirkungen von Licht und Lichtverschmutzung auseinandersetzen, diskutieren und erleben können. Vor allem die Möglichkeit gleichzeitig an einem Touchtisch Veränderungen durchführen zu können, als auch dies in VR zu erleben oder mit Hilfe eines iPad zu erproben zeigt noch eine Menge an Potential.

Parallel zu diesen nächsten geplanten Schritten wie die Simulation des zweiten Pilotprojekten Bullnisch und Erweiterungen des Tools wird im Moment die Echtzeitsimulation mit photorealistischem Ansatz verfolgt. Dazu wurde der Strandweg sehr detailliert in der Game-Engine Unreal 5 nachmodelliert und mit der entsprechenden Hardware des Rechners in VR simuliert. Zukünftig sollen damit Untersuchungen durchgeführt werden um einerseits zu untersuchen, wie detailliert VR-Umgebungen im Vergleich zu realen Räumen gestaltet werden müssen, immer unter der Berücksichtigung der Simulation von Licht, um dann in Virtual Reality das Thema Public Lighting und Feeling of Safety weiter zu erforschen.

Das Projekt PARTICLE wird von der Europäischen Union im Rahmen des Interreg-Nordseeprogramms kofinanziert.

7. Literatur

Postert, P, Wolf, A., Schiewe, J; Integrating Visualization and Interaction Tools for Enhancing Collaboration in Different Public Participation Settings, MPID, 2022, <https://www.mdpi.com/2220-9964/11/3/156>, (Geprüft 14.02.2025)

Greule, R. Braun T.; Psychological effect of lights in an urban environment, Zumtobel Research, Whitepaper, 2017, chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.zumtobel.com/PDB/teaser/DE/Study_Outdoor_VirtualReality.pdf

<https://pakomm.de/> (Geprüft 14.02.2025)

<https://www.interregnorthsea.eu/darker-sky> (Geprüft 14.02.2025)

<https://www.hamburg.de/politik-und-verwaltung/bezirke/altona/themen/verkehr/eu-projekte/darker-sky-265348> (Geprüft 14.02.2025)

<https://www.interregnorthsea.eu/darker-sky/news/sustainable-lighting-strategies-insights-from-our-workshop-in-hamburg> (Geprüft 15.02.2025)

<https://www.eyefactive.com/touchscreen-tisch-taurus> (Geprüft 14.02.2025)

<https://www.photonengine.com/pun> (Geprüft 14.02.2025)

<https://www.tuio.org/> (Geprüft 14.02.2025)